

Zonificación del riesgo de inundación en Neiva: Evaluación de la amenaza por precipitaciones intensas mediante modelado con ArcGIS Pro.

Autores:

Gloribeth Danitza Falla - gdfallag@unad.edu.co

Ingrid Duveli Ramírez Sarria - idramirezs@unad.edu.co

Jessica Peña Barrera - jpenaba@unad.edu.co

Melisa Adriana Chacón - machaconhe@unad.edu.co

Yeiny Carolina Perdomo Morales - ycperdomom@unad.edu.co

Docente Asesor: Gina Carolina Posada Correa - gina.posada@unad.edu.co

Resumen

El estudio se enfocó en la evaluación de la amenaza por precipitaciones intensas durante el mes de marzo del año 2025 en Neiva, motivado por la creciente preocupación global ante los efectos del cambio climático, que incrementa la frecuencia e intensidad de los eventos extremos. En este contexto, se ejecutó la construcción de un producto cartográfico digital de riesgo por inundación. La investigación se basó en el empleo de sistemas de información geográfica (SIG), específicamente utilizando el software ArcGIS Pro, considerado una herramienta esencial para la modelación espacial del riesgo. La metodología incluyó el uso de insumos ráster y vectoriales del territorio, la simplificación de datos, la asignación de valores cualitativos según el nivel de riesgo, el ajuste de simbología y la creación del diseño de mapa del producto final.

Con base en el producto cartográfico y analizando un área total de 1260.39 Km², se identificaron las áreas representadas en color rojo (Nivel 5) como la zona más susceptible a la inundación, la cual abarca 205.22 Km² (equivalente al 16% del área de estudio), un resultado directamente asociado a su topografía plana. Por consiguiente, esta evaluación proporcionó información fundamental para la toma de decisiones informada, facilitando la planificación territorial, la gestión del impacto ambiental y la priorización de acciones de mitigación de desastres.

Palabras clave: Datos; mapa; riesgo.

Abstract

This study focused on assessing the threat posed by intense rainfall during March 2025 in Neiva, motivated by growing global concern about the effects of climate change, which increases the frequency and intensity of extreme events. In this context, a digital flood risk mapping product was developed. The research was based on the use of geographic information systems (GIS), specifically ArcGIS Pro software, considered an essential tool for spatial risk modeling. The methodology included the use of raster and vector data, data simplification, the assignment of qualitative values according to the level of risk, symbology adjustment, and the creation of the final map design.

Based on the cartographic product and analyzing a total area of 1260.39 km², the areas represented in red (Level 5) were identified as the zone most susceptible to flooding, covering 205.22 km² (equivalent to 16% of the study area), a result directly associated with its flat topography. Therefore, this assessment provided fundamental information for informed decision-making, facilitating land-use planning, environmental impact management, and the prioritization of disaster mitigation actions.

Keywords: Data; map; risk.

Introducción

El modelo de riesgo por inundación la ciudad de Neiva se justifica por la alta vulnerabilidad de esta zona. A pesar de ser una ciudad cálida, Neiva enfrenta un riesgo significativo ante la ocurrencia de lluvias intensas y prolongadas, lo cual se debe principalmente a su ubicación geográfica y la cercanía a importantes afluentes. Geográficamente, Neiva se encuentra a orillas del río Magdalena y es atravesada por el río Ceiba y el de Oro. Este interés por estudiar el riesgo de inundación se intensificó a raíz de la variabilidad y el cambio climático que actualmente se experimenta a nivel global. El contexto de cambio climático global, definido como las variaciones a largo plazo en los patrones de temperatura y clima inducidas principalmente por la quema de combustibles fósiles (ONU, s.f.), ha intensificado la ocurrencia y magnitud de estos eventos. Esta variabilidad está directamente relacionada con las actividades humanas y se manifiesta en el aumento de las precipitaciones extremas, un patrón detectado en Colombia a través del análisis de variables hidrometeorológicas (Ochoa y Poveda, 2008). Es fundamental el monitoreo constante a través de la red hidrometeorológica del IDEAM, un esfuerzo asociado al plan nacional de gestión del riesgo de desastres que busca fortalecer las capacidades territoriales de vigilancia (Departamento nacional de planeación, 2022).

El análisis detallado del riesgo de inundación es de vital importancia para la protección de la vida, la infraestructura y las actividades productivas del municipio. La ciudad enfrenta una amenaza significativa donde amplias zonas ribereñas albergan poblaciones vulnerables y concentran actividades económicas. Históricamente, la ciudad ha sido severamente impactado: el fenómeno de la Niña entre 2010 y 2012, por ejemplo, ocasionó grandes pérdidas en bienes muebles e inmuebles y daños agropecuarios, resultando en un número significativo de afectados y damnificados registrados en el proceso “REUNIDOS” (Alcaldía de Neiva, 2012). A esta vulnerabilidad histórica se suma el factor geológico del comportamiento torrencial de las corrientes que descienden de la cordillera oriental, un fenómeno que ha dejado geformas de abanicos aluviales y que es particularmente activo en el río las Ceibas, ocasionando daños materiales a la población ribereña (Vargas Cuervo, 2001). Para abordar esta compleja problemática, la evaluación del riesgo y el apoyo a la toma de decisiones territoriales se apoyan cada vez más en herramientas tecnológicas. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son cruciales en este tipo de estudios, ya que permiten la modelación espacial de amenazas y la superposición de datos de vulnerabilidad. Específicamente, el uso de software especializado como ArcGIS Pro es fundamental en el campo de la hidrología urbana y la gestión del riesgo, pues facilita la integración y el análisis de información diversa—como modelos digitales de elevación (MDE), datos ráster y cartografía vectorial de infraestructura—para simular con precisión las zonas de potencial afectación por inundación. Esta aplicación permite generar mapas de riesgo precisos que informan las políticas de ordenamiento territorial y gestión de desastres (García-Arias & Martínez-Graña, 2017).

El propósito de este ejercicio es aplicar un modelo de análisis multicriterio en SIG para generar el mapa de riesgo de inundación en la ciudad de Neiva. El resultado permitirá una primera interpretación y análisis de las zonas urbanas y rurales identificadas como las más críticas o vulnerables.

Objetivos

General

Evaluar el riesgo por inundación en la ciudad de Neiva, utilizando herramientas Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Específicos:

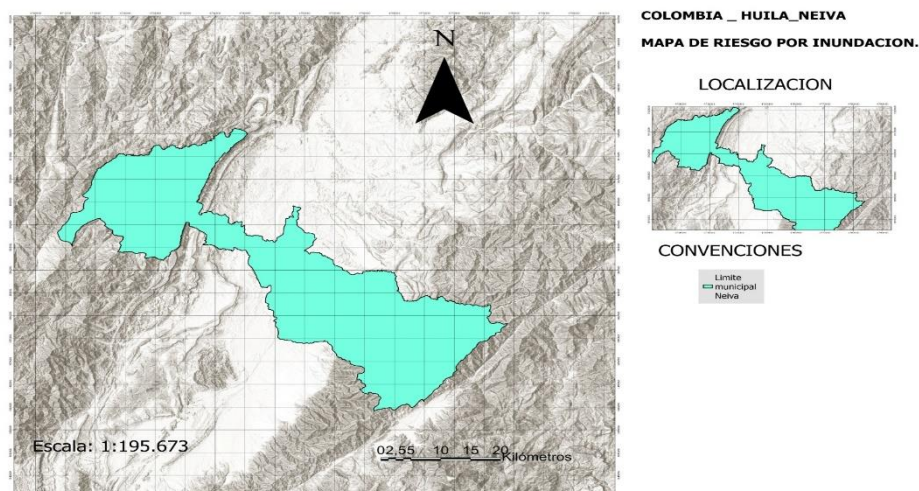
- Aplicar geoprocetos y técnicas de modelación espacial en el programa ArcGIS Pro para determinar el riesgo por inundación en la ciudad de Neiva.

- Analizar las zonas de mayor nivel de riesgo de inundación a partir de los resultados de análisis espacial.
- Delimitar mediante cálculos geométricos, las áreas de mayor riesgo de inundación en la ciudad de Neiva.

Identificación del caso de estudio

El área de estudio corresponde a la ciudad de Neiva. Para contextualizar geográficamente la zona de análisis en el entorno nacional y regional, y delimitar la extensión territorial donde se implementó el modelo de riesgo, se presenta a continuación la Figura 1.

Figura 1. Identificación del caso de estudio



Fuente: *Autoría propia, 2025.*

Las inundaciones constituyen una de las amenazas naturales más recurrentes en Colombia. La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2020) identificó 190.935 km² del territorio nacional con condiciones propicias para este fenómeno. En periodos de fuertes lluvias, la probabilidad de inundación aumenta significativamente debido al desbordamiento de ríos y quebradas, lo cual genera afectaciones a la propiedad privada, incrementa riesgos para la salud, ocasiona desplazamientos poblacionales y produce interrupciones de servicios públicos, además de pérdidas económicas y productivas, especialmente en el sector agropecuario.

En el ámbito urbano, las inundaciones no solo dependen de la dinámica natural del agua, sino también de las transformaciones antrópicas del territorio. Martínez et al. (2023) señalan que los

cambios en el uso del suelo y la falta de información sobre los niveles hídricos son factores determinantes que incrementan la vulnerabilidad de las ciudades ante estos eventos. Esta situación se hace más evidente en regiones donde la expansión urbana ocurre en zonas de alto riesgo y sin la adecuada planificación hídrica. En el caso del departamento del Huila y particularmente en su capital, Neiva, las amenazas hidrometeorológicas son frecuentes. Correa et al. (2024) evidencian que entre 1980 y 1990 se registraron 188 eventos de inundación asociados principalmente al río Las Ceibas, lo que demuestra una recurrencia histórica significativa. La cuenca de este río presenta un uso del suelo altamente transformado: 50% corresponde a pastos, 22% a cultivos de cereales, 10% a rastrojos, 5% a bosques secundarios, 4% a cultivos de pancoger y un 9% a vegetación natural, frutales y áreas urbanas (Rodríguez, 2023). Esta distribución refleja una presión constante sobre el territorio y una reducción de la cobertura vegetal protectora, lo que profundiza los riesgos de escorrentía, erosión e inundación.

En el caso del departamento del Huila y particularmente en su capital, Neiva, las amenazas hidrometeorológicas son frecuentes. La vulnerabilidad histórica es significativa, ya que Correa et al. (2024) evidencian que entre 1990 y 1990 se registraron 188 eventos de inundación asociados principalmente al río Las Ceibas. Esta susceptibilidad se amplía al analizar la composición de la cuenca: la alta transformación del uso del suelo, donde el 30% corresponde a pastos y el 22% a cultivos de cereales (Rodríguez, 2023), genera una presión constante sobre el territorio y reduce la cobertura vegetal, profundizando los riesgos de escorrentía, erosión e inundación. Para visualizar y detallar esta distribución de manera más clara, se recomienda la inclusión de la Tabla 1, la cual presenta las cifras exactas del uso del suelo en la cuenca del río Las Ceibas y justifica el factor de amenaza hídrica.

Neiva (Figura 1) se localiza estratégicamente entre las cordilleras Central y Oriental, a 442 m s. n. m., con una población de 357.392 habitantes y una extensión territorial de 1.557,06 km² (Alcaldía de Neiva, s. f.). Esta distribución espacial muestra una marcada concentración urbana, con solo 4.594 hectáreas designadas como suelo urbano frente a 150.706 hectáreas rurales. Ello resulta en una alta densidad poblacional en el núcleo urbano, factor que incrementa la vulnerabilidad ante eventos de inundación. Su relieve está configurado por el valle del río Magdalena, una depresión geográfica dominada por terrenos planos y altamente fértiles, propios del Valle Alto del Magdalena. Según Pulido et al. (2023), esta conformación geomorfológica potencia la susceptibilidad a inundaciones debido a que el valle actúa como una zona de acumulación natural de aguas durante temporadas de lluvias intensas. El municipio cuenta con numerosas fuentes hídricas, entre ellas el río Magdalena, el río Arenoso, la cuenca del río Las Ceibas, el río del Oro, y quebradas como La Pedregosa, La Manguita y La Toma, las cuales, aunque esenciales para el abastecimiento y los ecosistemas locales, representan focos de riesgo cuando se presentan crecidas súbitas o desbordamientos.

Tabla 1. Distribución Territorial del Suelo en el Municipio de Neiva.

Tipo de suelo	Extensión (Ha)	% aproximado del total
Urbano	4.594 ha	aprox. 3.0%
Rural	150.706 ha	aprox. 97.0%
Total	155.300 ha	100%

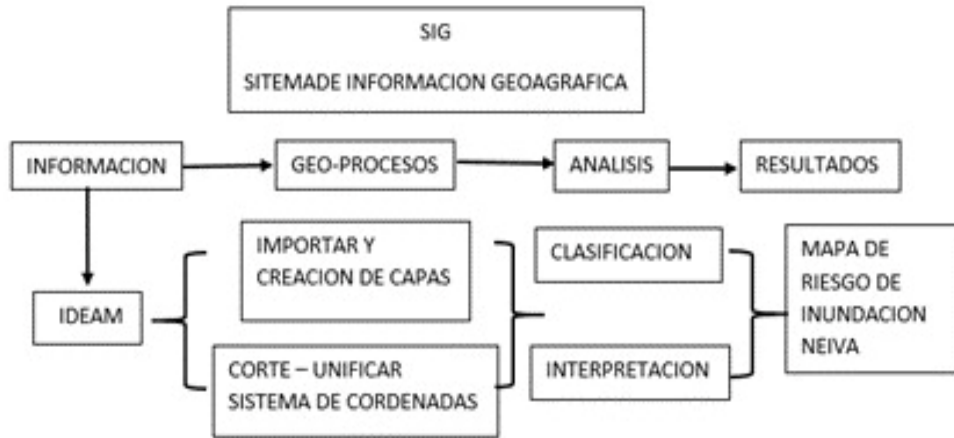
Fuente: *Alcaldía de Neiva, (s. f.).*

Metodología

La ciudad de Neiva presenta múltiples amenazas naturales y antrópicas derivadas de su ubicación geográfica en el valle del río Magdalena, la presencia de fallas geológicas regionales, la variabilidad climática, y el crecimiento urbano acelerado (Alcaldía de Neiva, 2012). Como se observa en la Tabla 1 sobre la Distribución Territorial del Suelo, el presente artículo describe una metodología integral basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizando el software ArcGIS Pro, herramienta que permitió la construcción de un mapa de riesgos que integra variables de amenaza, exposición y vulnerabilidad. Se plantea una estructura metodológica reproducible que permita a entidades académicas identificar zonas críticas de riesgo, priorizar intervenciones y fortalecer la gestión del riesgo en la ciudad.

La integración de estas capas temáticas se realizó mediante un modelo matemático estadístico, que permitió relacionar las variables físicas y ambientales involucradas en la determinación del riesgo. Los resultados obtenidos fueron representados a través de cartografía temática en formato SHP (shapefile), empleando la proyección oficial para Colombia: Transversal de Mercator, Datum MAGNA-SIRGAS (CMT 12, ESRI:103599), lo que garantiza precisión espacial y consistencia geográfica en el análisis.

Figura 2. Paso y Métodos para el desarrollo de Sistema de Información Geográfica.



Fuente: *Autoría propia, 2025.*

Dentro del análisis, se destacan métodos de geoprocésamiento de datos en el software ArcGIS Pro, Entre estas técnicas, se incluyen procesos como Extraer por Máscara, Recortar, Dissolver (Dissolve) y Reclasificar. Permiten manipular y transformar datos geoespaciales de manera clara (Tabla 1), asegurando que la información sea adecuada (Polo, 2021).

Tabla 2. Características y ruta de los Geoprocésamiento en ArcGIS Pro.

Geo procesamiento	Función	Ruta
Extraer por máscara	Es una herramienta del módulo Spatial Analyst que permite recortar un ráster usando un polígono, ráster o entidad como máscara.	Analysis, Tools, Spatial Analyst Tools, Extraction, Extract by Mask
Recorte (clip)	permite recortar capas vectoriales (polígonos, líneas o puntos) utilizando otra capa de tipo polígono como límite	Analysis, Tools, Analysis Tools, Extract, Clip
Disolver (dissolve)	permite unir o fusionar entidades vectoriales (polígonos, líneas o puntos) basándose en uno o varios atributos en común	Analysis, Tools, Data Management Tools, Generalization, Dissolve
Reclasificar	Permite cambiar los valores de un ráster, agrupándolos en categorías o rangos nuevos.	Analysis, Tools, Spatial Analyst Tools, Reclass, Reclassify

Fuente: *Autoría propia, 2025.*

En los pasos descritos, se aborda la modelación del riesgo por inundación mediante factores claves que influyen en la probabilidad de inundaciones facilitando la evaluación del riesgo de manera íntegra (Tabla 2).

Tabla 3. Criterios de análisis para el riesgo de inundación

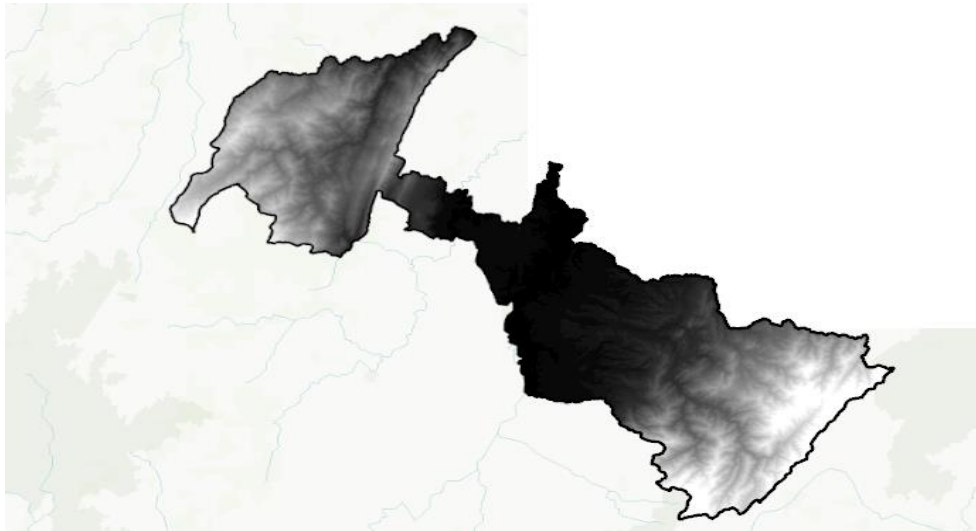
FACTOR	PORCENTAJE
Modelo de elevación digital DEM	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras (Land cover)	10%
Precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30%
Total	100%

Fuente: *Autoría propia, 2025.*

Nota. La tabla muestra cinco factores del análisis de riesgo de inundación y su porcentaje de influencia para aplicar en un modelo multicriterio, Adaptado de Guía de actividades y rúbrica de evaluación – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio (2025)

Los factores emplean geoprocesamientos de datos para llegar al Modelo de elevación digital DEM (Figura 3) según la Tabla 3 corresponde al 10% y para obtenerla empleamos una extracción por máscara de capas del geoportal USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos), sobre el Municipio de Neiva Huila.

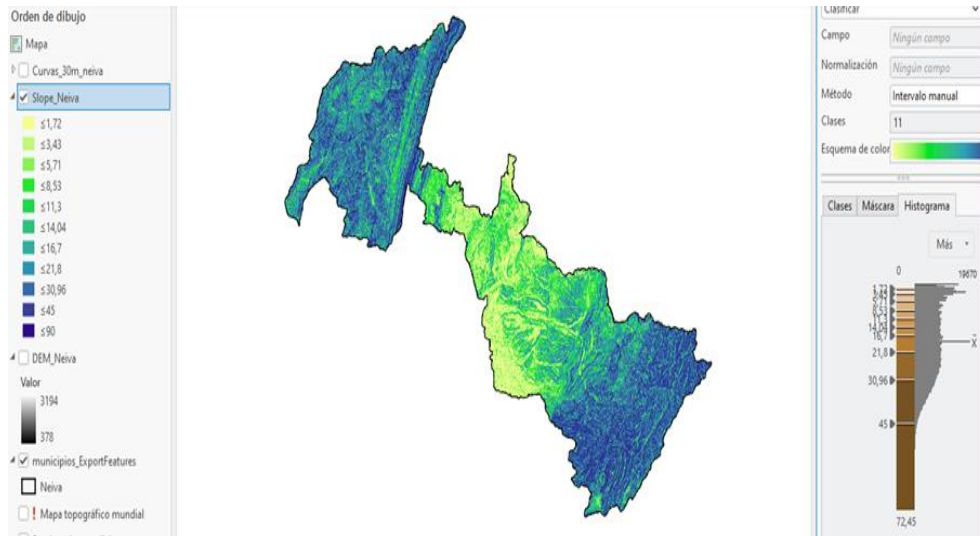
Figura 2. Modelo de elevación digital DEM



Fuente: Autoría propia, 2025.

Después de generar el DEM, creamos la pendiente que equivale a 15% según la tabla 2, mediante la pestaña de herramientas podemos encontrar un geoproceso denominado Pendiente (Spatial Analyst), (2025) en la configuración de entrada ponemos el DEM, en la unidad de medida verificamos que sea en grado, ajustamos el nombre y ejecutamos.

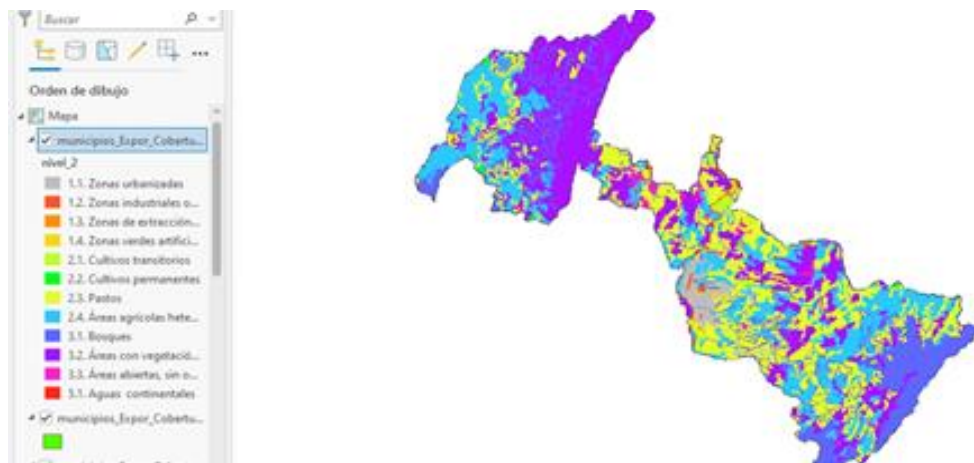
Figura 3. Pendientes en grados



Fuente: *Autoría propia ,2025.*

Para generar la cobertura de tierras (Land cover) (Figura 5) las podemos encontrar en el geoportal del IGAC, Colombia en mapas tipo shapefile, de acuerdo con la tabla 2 es un factor que corresponde a un 10%, se realiza un geoprocreso de recorte (clip) para definirlo sobre el municipio y disolver campo Nivel 2. Para separar datos.

Figura 4. Cobertura de tierras

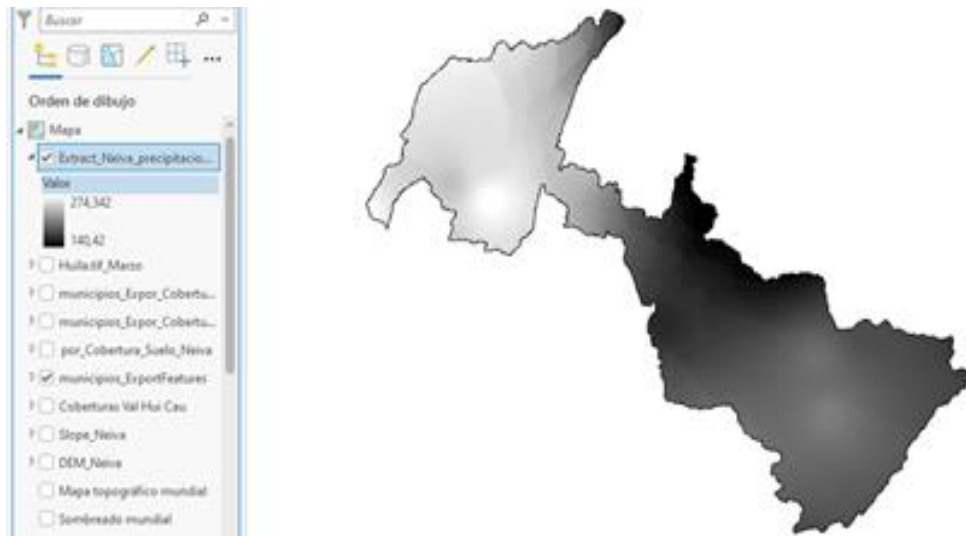


Fuente: *Autoría propia ,2025.*

El factor de precipitación según la tabla 2, corresponde a 35% y se definió el mes de marzo mediante consulta en la página del tiempo y clima (2025), es el mes de mayor precipitación para Neiva (Figura 6), Huila, para definirlo sobre el municipio se llevaron a cabo un cargue de capa archivo TIFF del mes y del departamento encontrado en la carpeta de Insumos de precipitación

compartida por el tutor, posterior a ello se ejecutó geoprocesos de Extraer por Máscara donde se relaciona archivo TIFF como ráster de entrada y datos de máscara municipio Neiva (H).

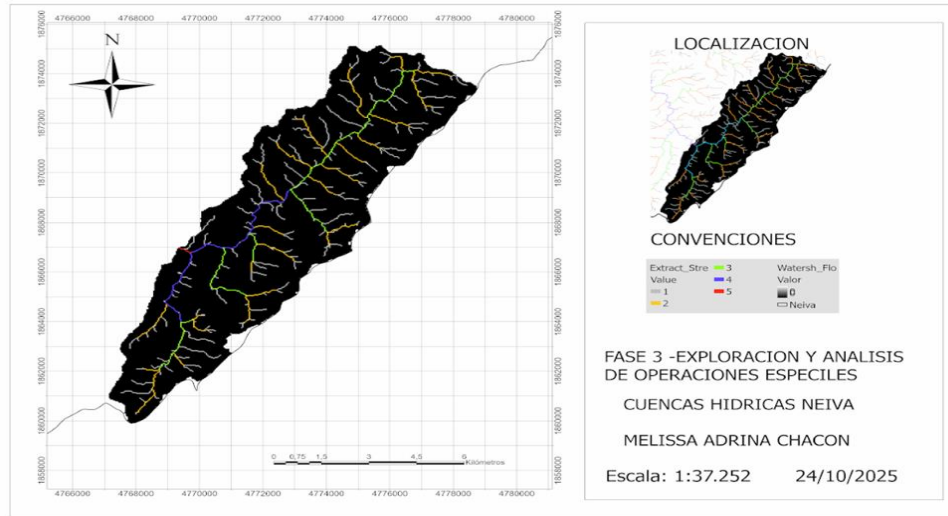
Figura 5.
Capa de precipitación marzo de 2025



Fuente: *Autoría propia*, 2025.

Seguido de los pasos anteriores encontramos el factor que corresponde a la distancia entre drenajes de acuerdo a la Tabla 2, la cual corresponde al 30% y es fundamental en el análisis de multicriterio ya que calcula la distancia más corta desde cada característica en una capa hacia las características de otra capa (ArcGIS Pro, Documentación, 2022), para poder obtenerlo se realizó una modelación hidrológica (Figura 7), con el apoyo de la capa DEM, donde se obtuvo ráster relleno (Fill), flujo de dirección de las redes hídricas, Ráster de acumulación de flujo (Flow accumulation), posterior a ello se toma la distancia entre canales de los drenajes principales que son los ríos, Loro, Ceibas, Aipe, Bache etc., y quebradas de importancia para el municipio.

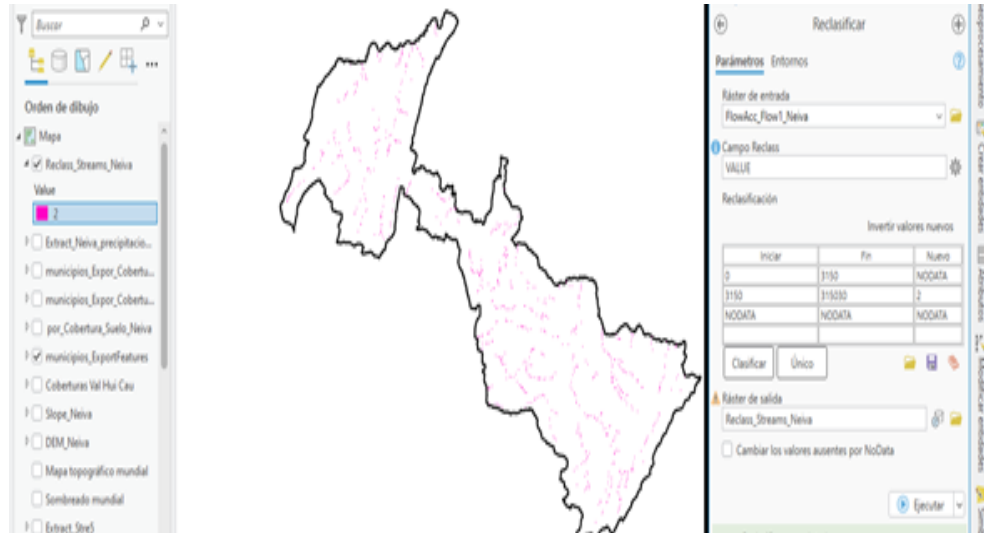
Figura 7. Cuencas y subcuencas hidrológicas de importancia para análisis de riesgo de inundación, Neiva (H),



Fuente: *Autoría propia ,2025.*

Allí se verifica el valor máximo de acumulación de flujo y se realiza un cálculo para determinar el 1% como valor máximo. Seguido de estas acciones se hace una reclasificación del ráster de flujo de acumulación en dos clases tal como se presenta en la Figura 8.

Figura 6. Reclasificación de flujo en dos clases



Fuente: *Autoría propia ,2025.*

Teniendo en cuenta lo anterior se procede a tomar la distancia desde los drenajes origen más cercanos, ArcGIS Pro, Documentación, 2022), se encuentra en la caja de herramientas se busca Streams Neiva y se procede a ejecutarla, teniendo en cuenta la configuración de las coordenadas, la máscara debe ser el ráster DEM, con el fin de que la modelación tenga medidas iguales, el

tamaño de celda que debe tener es de 30 el cual es la zona de influencia de la red de drenajes dobles y sencillos como se observa en la figura 9.

Figura 7. Distancia entre drenajes



Fuente: *Autoría propia ,2025.*

Cada uno de los factores descritos en el paso anterior, se procede a reclasificar a una escala común con el fin de asignarles categorías específicas que faciliten su integración en el modelo de análisis (Tabla 3). Esta reclasificación permite estandarizar los datos y adaptarlos a la finalidad del estudio, asegurando que cada factor sea evaluado de acuerdo con su relevancia y su influencia en el riesgo de inundación del municipio.






Tabla 4. Estimación cualitativa y cuantitativa.

Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

Nota. Esta tabla muestra la relación de la descripción cualitativa del riesgo con su valor numérico correspondiente. Adaptado de Guía de actividades y rúbrica de evaluación – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio (2025).

Una vez obtenidos los factores reclasificados, se genera el mapa de riesgo de inundaciones a partir de la suma ponderada en función de los pesos de porcentaje dados en la Tabla 2, dividido en 100. Esta acción permite combinar múltiples capas de datos, donde cada capa tiene un peso específico que refleja su importancia relativa de acuerdo con la (Guía de actividades y rúbrica de evaluación – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio, 2025). Al generar el mapa se realiza una reclasificación con el método Rupturas Naturales (Jenks) para cambiar las Clases a 5 como se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 5. Reclasificación del riesgo por inundación.

Valores	Simbología
1	
2	
3	
4	
5	

Nota. La tabla muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y utiliza un código de colores para su identificación adaptado de (Guía de actividades y rúbrica de evaluación – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio, 2025).

A partir del resultado obtenido del análisis multicriterio, se procede a convertir la capa en formato vectorial utilizando la herramienta de ArcGIS Pro para transformar de ráster a polígono. Después se realiza un proceso adicional de disolución (disolviendo el campo Grid Code). Luego, en la tabla de atributos, se agregan dos columnas donde una es llamada “Class Riesgo Inundación”, para asignar los valores cualitativos según la clasificación de la tabla 4, lo que facilita la categorización de las áreas según su nivel de riesgo. La segunda columna por añadir es el área (km 2), que es clave para calcular la geometría y determinar el área de cada polígono. Una vez creada la columna Área, se lleva a cabo el cálculo de geometría.

Se realizó un análisis integral que incorporó toda la información disponible, incluyendo los datos procedentes del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Neiva y diversos mapas suministrados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) tutor del campus. Estos

insumos cartográficos abarcan variables clave como la oferta ambiental, la red hidrográfica, la cobertura vegetal, los usos del suelo, el relieve, las zonas de amenaza por inundación, así como características edáficas como materiales del suelo, textura y fertilidad, además de los conflictos de uso del suelo.

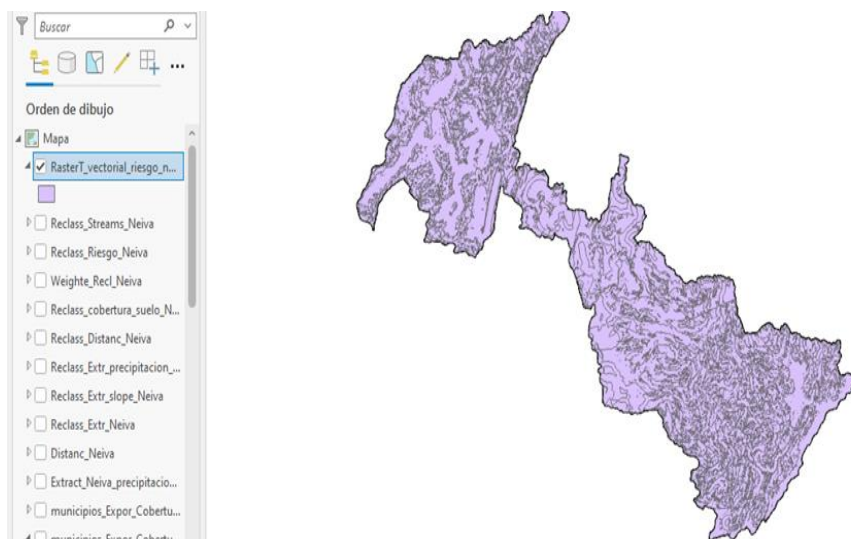
La integración de estos elementos resultó fundamental para el desarrollo del estudio, ya que permitió obtener las variables necesarias para analizar y comprender de manera integral las dinámicas del territorio, facilitando una evaluación más precisa del contexto ambiental y del riesgo asociado a inundaciones.

De ráster a polígono (Raster to polygon).

Para convertir la capa ráster en formato vectorial, se utilizó la herramienta “Raster to Polygon”, disponible en la caja de herramientas (Toolbox) de ArcGIS Pro. Una vez abierta la herramienta, se configuraron los parámetros correspondientes: en el campo Ráster de entrada se seleccionó la capa Riesgo Neiva, mientras que en el campo Entidades de polígono de salida se asignó un nombre descriptivo, en este caso Vectorial Riesgo Neiva, posteriormente, se ejecutó el proceso, el cual se incorporó automáticamente al panel de Contenido, permitiendo su visualización y análisis dentro del proyecto cartográfico.

Figura 8.

Ráster vectorial de riesgo Neiva



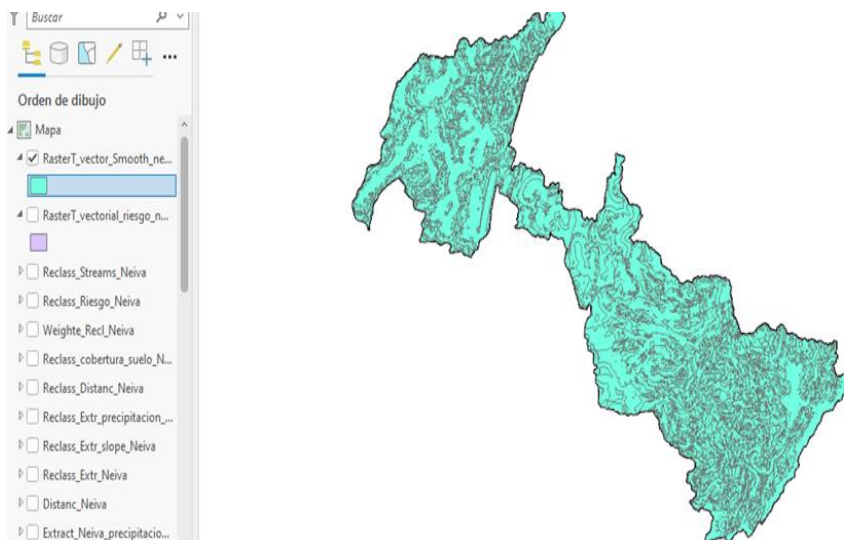
Fuente: Autoría propia ,2025.

Suavizar polígono

Para mejorar la calidad estética y cartográfica de los polígonos resultantes, se aplicó el geoproceso “Suavizar polígono” (Smooth Polygon) disponible en la caja de herramientas (Toolbox) de ArcGIS Pro. Una vez abierta la herramienta, se configuraron los parámetros requeridos: en Entidades de entrada se seleccionó la capa vectorial Riesgo Neiva generada en el paso anterior, y en Clase de entidad de salida se asignó un nombre descriptivo, en este caso Smooth Neiva, posteriormente, en el campo Algoritmo de suavizado, se eligió la opción Interpolación de Bézier, que permite obtener curvas más suaves y visualmente consistentes. En el apartado de Manejo de errores topológicos, se seleccionó la opción Resolver errores topológicos con el fin de garantizar la integridad geométrica del resultado.

Finalmente, se ejecutó el geoproceso y la nueva capa suavizada se incorporó automáticamente al panel de Contenido, quedando lista para su visualización y uso dentro del proyecto

Figura 11. Ráster vector smooth Neiva



Fuente: *Autoría propia, 2025.*

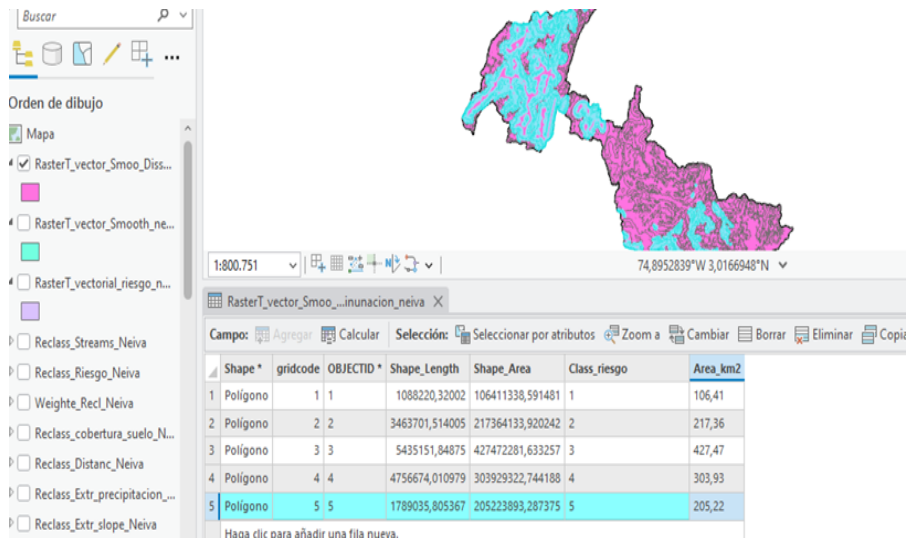
Disolver

Para simplificar y estructurar los datos de forma más eficiente, se aplicó el geoproceso "Disolver" (Dissolve) en ArcGIS Pro (versión 3.5). Para ello, se seleccionó la herramienta en la caja de herramientas (ToolBox) y se configuraron los parámetros necesarios. En el campo Entidades de entrada se eligió la capa vectorial Smooth Municipio, mientras que en Clase de entidad de salida se asignó el nombre Riesgo Inundación Municipio. En la opción Campos a disolver, se desplegó la lista disponible y se seleccionó el atributo Grid Code, con el fin de agrupar los polígonos según

esta clasificación. Una vez establecidos los parámetros, se ejecutó el proceso y la capa resultante se incorporó automáticamente al panel de Contenido, quedando lista para su análisis posterior.

Figura 9.

Disolver tabla de atributos



Fuente: Autoría propia, 2025.

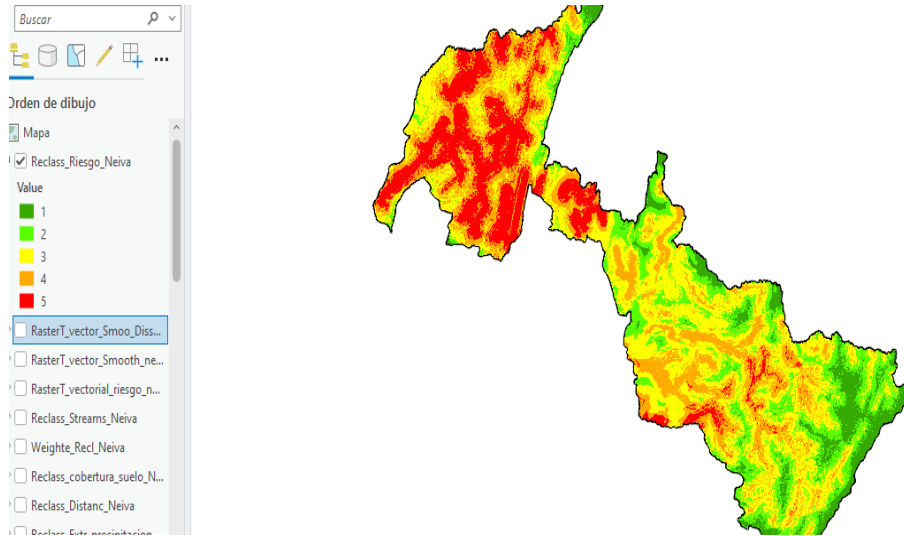
Nota. Representa el municipio de Neiva.

Posteriormente, se abrió la tabla de atributos de la capa disuelta y se añadieron dos nuevos campos: el primero denominado “Class Riesgo”, configurado como tipo texto para permitir la asignación de categorías cualitativas correspondientes, siguiendo los niveles de riesgo; y el segundo llamado “Área Km2”, definido como tipo doble, con el propósito de almacenar los valores de superficie calculados claramente, coherente y consistente del nivel de riesgo asociado a cada polígono en unidades de kilómetros cuadrados, una vez agregadas las nuevas columnas en la tabla de atributos, se procede con el cálculo de áreas. Se selecciona la columna “Área Km2” y se ejecuta la opción de Calcular geometría, especificando que la unidad de medida sea kilómetros cuadrados (km 2). Este cálculo permite conocer la extensión espacial de cada una de las zonas clasificadas según el nivel de riesgo, lo cual es fundamental para el análisis territorial y la toma de decisiones.

Por último, se accede a las propiedades de la capa y se abre el panel de Simbología. Allí se cambia el método de representación a Valores únicos, utilizando como campo la columna “Class Riesgo”. Esto permite asignar un color distinto a cada categoría de riesgo, facilitando la visualización y diferenciación de las zonas en el mapa. Una vez ajustados los colores y aplicada la simbología, la

capa adquiere una presentación más clara y coherente con el análisis efectuado, así como se muestra en la tabla 5.

Figura 10. Clases de riesgo Neiva



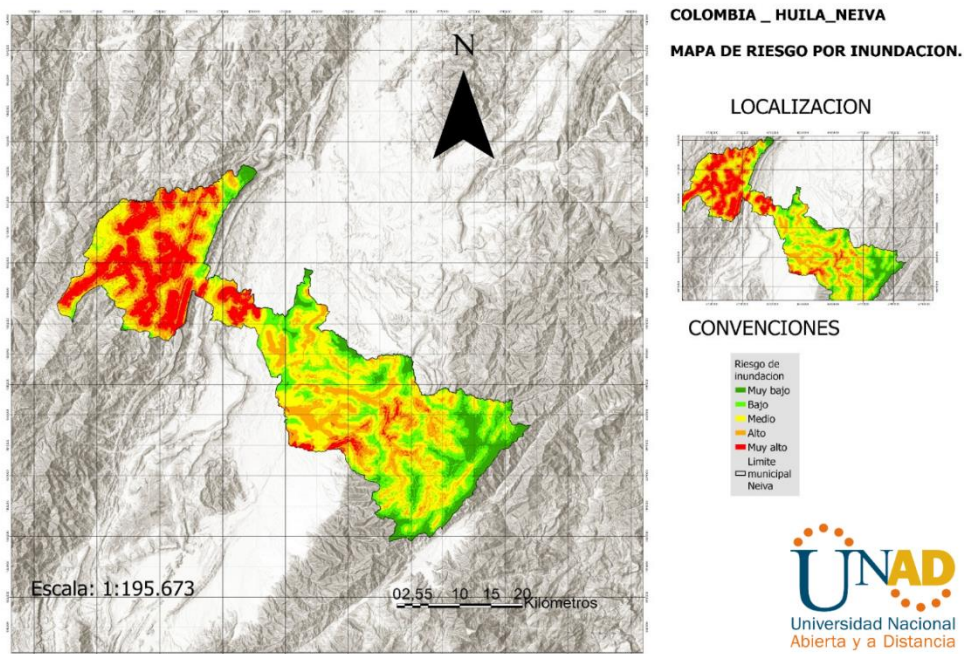
Fuente: Autoría propia ,2025.

Resultados

La elaboración de un mapa de riesgos que permitió identificar espacialmente las zonas más vulnerables, facilitando la toma de decisiones en el marco de la Ley 1523 de 2012 de Colombia, que establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD).

Después de seguir la metodología se presenta un diseño de mapa de riesgos y una tabla de datos que son analizados para proporcionar una interpretación que permita identificar el objetivo de estudio sobre el riesgo de inundación, (Figura 14).

Figura 11. Diseño mapa de riesgo por inundación en formato vectorial.



Fuente: Autoría propia ,2025.

Con base en los datos geospaciales, se estableció la siguiente clasificación: en la cual se ven afectados los siguientes barrios o sectores.

Tabla 6. Área del municipio de Neiva según categoría de riesgo.

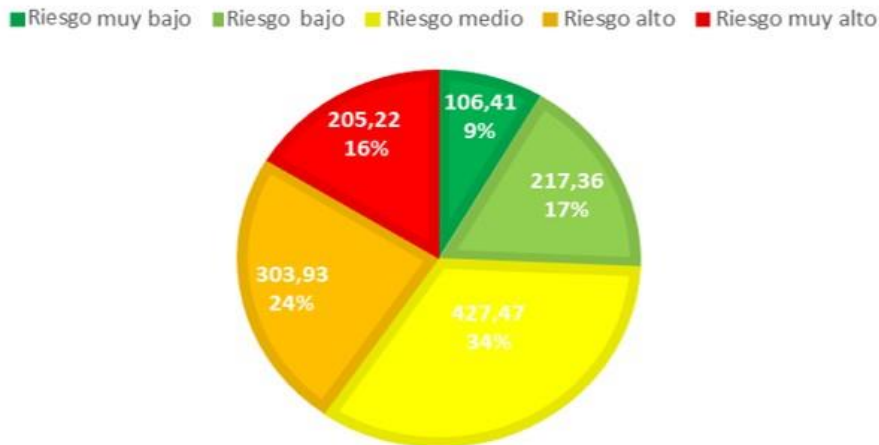
Clase de riesgo	Área km ²	Porcentaje (%)
1	106.41	9%
2	217.36	17%
3	427.47	34%
4	303.93	24%
5	205.22	16%
Total	1260.39	100%

Fuente: Autoría propia ,2025.

Como se observa en la (Figura 15) la clasificación de los cinco niveles y el código de colores vistos en la Tabla 4, se representan los porcentajes de la Figura N°15 con datos en km². En la ciudad de

Neiva el 17% del territorio está en un rango de riesgo muy alto, el 24% del territorio está en el rango de inundación alto, el 34% se representa en un rango medio por inminente riesgo por inundación y por último el 17 % del territorio está en el rango bajo y el 9% en el rango muy bajo.

Figura 15. Clasificación por riesgo de inundación



Fuente: *Autoría propia ,2025.*

Zonas de riesgo muy alto

Corresponden generalmente a áreas cercanas al río Magdalena, el río Las Ceibas, tales como los sectores Camilo Torres, Asentamiento Las Ceibitas / Ceibas Afuera, Puerto las Damas, La Isla y parte de los Sectores de los Lagos y Rodrigo Lara Bonilla, las principales afectaciones potenciales incluyen:

a. Afectaciones a comunidades

Viviendas ubicadas en asentamientos informales o barrios en expansión, históricamente, sectores como El Jardín, Ítalo, Las Palmas, y zonas rurales contiguas al Magdalena han registrado eventos recurrentes de inundación (UNGRD, 2020; Alcaldía de Neiva).

b. Impactos posibles: Pérdida de bienes y enseres, Riesgo para la vida humana y Desplazamientos temporales o permanentes.

c. Infraestructura: Vías urbanas y rurales en áreas bajas, Sistemas de alcantarillado pluvial con capacidad limitada, Estaciones eléctricas o de bombeo cercanas a fuentes hídricas.

d. Impactos posibles: Interrupción del transporte, Daños a puentes y vías terciarias, Sobrecarga y fallas en sistemas de drenaje.

f. Sistemas agropecuarios: En las zonas rurales del valle del Magdalena predominan cultivos como: Arroz, Plátano, Yuca, Pastos para ganadería las cuales son susceptibles a: Encharcamientos prolongados, Pérdida de cosechas y Mortalidad de animales o limitación de movilidad ganadera.

Riesgo Medio: Son las zonas cercanas, pero con algo de protección topográfica o infraestructura de control parcial; como son los sectores Siete de agosto, La Cabuya, Olaya Herrera, El Limonar, Loma De La Cruz, Alto de las ceibas y sectores intermedios de Guillermo Plazas Alcid.

Menor riesgo (Bajo / Muy bajo): Son las lomas, las áreas planificadas elevadas y los territorios alejados de las zonas inundables históricas, tales como los sectores del Altico, Santa Inés, el Cándido, Los Cábulos, Cándido Leguizamo, Sector Oriente Alto y el Nororiente de Neiva.

Comparación con registros históricos y evidencias de afectación

Eventos extremos nacionales/regionales (2010–2011 y temporadas recientes): Fenómeno La Niña 2010–2011 (Colombia):

Fue uno de los eventos hidrológicos más severos del país. Generó lluvias intensas y prolongadas, desbordamientos de ríos y afectaciones generalizadas. En Neiva, la creciente del río Magdalena y de afluentes como las Ceibas produjo inundaciones en barrios ribereños, daños en vivienda, infraestructura vial y evacuaciones preventivas.

Evidencia local reciente (2025): aperturas de compuertas y crecidas han ocasionado afectaciones en barrios concretos de Neiva (evacuaciones, daños de vivienda, anegamientos en El Triángulo, Guillermo Plazas, Rodrigo Lara, Camilo Torres, Las Ceibitas, Los Lagos). Estos eventos confirman que las zonas que el mapa clasifica como alto/muy alto son efectivamente las que registran impacto humano y material.

- Coincidencias principales entre el mapa actual y los documentos técnicos

Todos los documentos técnicos tales como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), la Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias (EMRE), los estudios y lineamientos de CORMAGDALENA y los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA) coinciden en que la amenaza de inundación en Neiva está determinada principalmente por el comportamiento del río Magdalena, especialmente:

- Crecidas rápidas por lluvias aguas arriba.
- Desbordamientos en planicies aluviales.
- Eventos de erosión lateral y socavación.

Conclusiones

El estudio muestra que la ciudad de Neiva representa un riesgo de inundación fuertemente condicionado por la topografía, la cercanía a los ríos Magdalena y el afluente las Ceibas los cuales ocasionan un riesgo del 74% como se muestra en la tabla N°6, con un área de 9036.62 km² de riesgo medio, alto y muy alto, Caracterizándose los sectores de Camilo Torres, Asentamiento Las Ceibitas / Ceibas Afuera, Puerto las Damas, La Isla y parte de los Sectores de los Lagos y Rodrigo Lara Bonilla con mayores impactos en inundaciones.

Durante períodos de intensas precipitaciones especialmente los meses de marzo, abril y ocasionalmente octubre y noviembre, tienen mayor probabilidad que estos cuerpos de agua se desborden, provocando daños de infraestructura, interrupción del transporte, Daños a puentes y afectación negativa a la producción agropecuaria de la región.

Por otro lado, las zonas con riesgo de inundación bajo y muy bajo representan el 26% del municipio de Neiva, equivalente a un área de 323.77 km² entre las cuales se destacan las zonas planificadas elevadas y los territorios alejados de las zonas inundables históricas, como los sectores del Altico, Santa Inés, el Cándido, Los Cábmulos, Cándido Leguizamo, Sector Oriente Alto y el Nororiente de Neiva, confirmando la precisión del análisis de los informes históricos los cuales no registran impactos significativos.

Es de mencionar que los resultados del análisis de riesgo de inundación tienen implicaciones directas y estratégicas para la gestión del territorio en Neiva, ya que permiten identificar con precisión las áreas más vulnerables que equivalen a un 74% dentro de los rangos medio a muy alto, y orientar a las acciones preventivas las cuales evitan o reducen eventos de desastres como inundaciones urbanas, afectaciones a viviendas, suspensión de servicios públicos, interrupción de vías de transporte, así mismo no solo se protege y preserva la vida, si no que se reducen las pérdidas económicas y sociales.

En cuanto al uso combinado de SIG con el análisis multicriterio es conveniente mencionar que es altamente apropiado, eficiente y técnicamente sólido para estudios de riesgo de inundación. Permite integrar múltiples factores relevantes, generar modelos espaciales confiables, validar resultados con antecedentes históricos y apoyar la planificación territorial y las medidas de mitigación del riesgo.

Recomendaciones

Se recomienda regular el crecimiento urbano en zonas de riesgo de inundación, estableciendo límites claros para la expansión urbana y promoviendo la reubicación de asentamientos informales en áreas seguras. Esto ayudará a reducir el riesgo de daños a la infraestructura y a la población.

Además, es fundamental proteger y restaurar humedales y zonas de amortiguación, e implementar programas de reforestación en áreas ribereñas para reducir el riesgo de inundación y conservar la biodiversidad. Estos ecosistemas naturales juegan un papel crucial en la regulación del ciclo hidrológico y en la protección de la calidad del agua.

Es importante desarrollar planes de evacuación y protocolos de alerta temprana, y fortalecer la capacidad institucional para responder a emergencias. Esto incluye la creación de sistemas de monitoreo y alerta, así como la capacitación de personal y la dotación de recursos necesarios para responder de manera efectiva en caso de una emergencia.

Finalmente, se sugiere promover prácticas agrícolas, como Agricultura de conservación, Agroforestería y sistemas de riego. Ya que se ayuda a educar a las comunidades vulnerables sobre la gestión del riesgo y la conservación del medio ambiente. Esto contribuirá a reducir la vulnerabilidad del municipio y promover un desarrollo sostenible, asegurando la seguridad y el bienestar de la población y la conservación del medio ambiente.

Estas recomendaciones a continuación son tomadas de los resultados obtenidos y cubren aspectos importantes como la conservación de áreas vulnerables, el manejo sostenible del suelo, la planificación urbana sostenible, la educación ambiental, la participación ciudadana y la adaptación al cambio climático.

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Neiva. (2012). *1.2 Caracterización General del Escenario de Riesgo por Inundación*. (Documento técnico del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres). Recuperado de <https://www.alcaldianeiva.gov.co/NuestraAlcaldia/Dependencias/Documentos%20Gestin%20del%20Riesgo/1.2%20Caracterizaci%C3%B3n%20General%20del%20Escenari%20de%20Riesgo%20por%20Inundaci%C3%B3n.pdf>

Aplicación de sistemas de información geográfica para el análisis de riesgo por inundación en Neiva, Huila: Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/5641>

Alcaldía de Neiva. (2023). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) – Neiva, Huila*. Alcaldía de Neiva. <https://www.alcaldianeiva.gov.co/>

Bora, R., & Bora, A. K. (2023). NDVI and NDMI indices based land use and land cover change analysis of Charaideu District, Assam, India. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research-DISCONTINUED*, 11.

Cormagdalena. (2019). *Plan de Ordenamiento del Río Magdalena (POMCA)*. Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena. <https://www.cormagdalena.gov.co>

Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., y Paulik, R. (2024). [Flood Impacts on Agriculture under Climate Change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand](#). *Economics of Disasters and Climate Change*, Vol. 8, pp. 283–316. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3>

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2022). *Medida 26. Red hidrometeorológica del Ideam* (Ficha de costeo en adaptación de la NDC 2020). Finanzas del Clima. Recuperado de <https://finanzasdelclima.dnp.gov.co/financiamientoclimatico/generalidades/medidas/Paginas/medida-26.aspx>

Efraimidou, E., y Spiliotis, M. (2024). [A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale](#). *Environmental Process*. No. 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>

Escolano Utrilla, S. (2015). [Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos](#). En S. Escolano Utrilla (Ed), *Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía* (pp. 47-78). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>

ESRI. (2022). *ArcGIS Pro Documentation: Hydrology Tools*. Environmental Systems Research Institute. <https://pro.arcgis.com>

García-Arias, A., & Martínez-Graña, A. M. (2017). Metodología para la evaluación de la amenaza por inundación mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (20), 147–172. Recuperado de <https://geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/399/pdf>

Gobernación del Huila – Oficina de Gestión del Riesgo. (2020). *Mapas de amenazas por inundación y deslizamientos del departamento del Huila*. <https://www.huila.gov.co/>

González Valencia, J. (2006). [Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones](#). Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 5(8), pp. 59–70. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>

Hernández Sampieri, R. (2019). [Metodología de la Investigación Plus](#). McGrawHill - Plus. <https://www-ebooks7-24.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/?il=34866>

Hidalgo-Sánchez, F. M., Ruiz-Moreno, I., Canivell, J., Soriano-Cuesta, C., & Kada, M. (2025). A GIS-Based Common Data Environment for Integrated Preventive Conservation of Built Heritage Systems. *Buildings*, 15(16), 2962.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2021). *Atlas de riesgo climático de Colombia: inundaciones y movimientos en masa*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.ideam.gov.co/>

IPCC. (2021). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2021 – The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

IDEAM. (2018). *Atlas climatológico de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático*. <https://www.minambiente.gov.co>

Naciones Unidas. (sf). *¿Qué es el cambio climático?* Naciones Unidas: Acción por el Clima. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Ochoa, A. y Poveda, G. (2008). *Distribución espacial de señales de cambio climático en Colombia*. XXIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Cartagena de Indias, Colombia. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/d4d8e8c9-a01f-40ac-978f-873df53a1236/content>

Olaya, V. (2020). [Sistemas de Información Geográfica](https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica). Open Library. [https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas de informaci%C3%B3n geogr%C3%A1fica](https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica)

Poveda, G., Álvarez, D. M., & Rueda, Ó. A. (2011). *Hydro-climatic variability over the Andes of Colombia associated with ENSO: A review of climatic processes and their environmental impacts*. *Climate Dynamics*, 36(11), 2233–2249. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0931-y>

Pineda, L., y Suarez, J. (2014). [Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262041005). *Revista Ingeniería Agrícola*, Vol. 4(3), pp. 28-32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262041005>

Sosa-Franco, I., Pérez-Guerra, G., Machado-García, N., & Elena-Ruiz Pérez, M. (2023). [Method for query processing in a geographic information system](https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=033edfb1-14a2-3d6e-80bf-572383cf71b3). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 32(2), pp. 1–9. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=033edfb1-14a2-3d6e-80bf-572383cf71b3>

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Informe sobre el cambio climático y el riesgo de inundación. <https://www.ipcc.ch/srccl/>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2020). Instructivo para la usabilidad de Normas internacionales de citación APA 7a Edición. Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReaderRepositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma_APA_7_Edicion.pdf

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2022). *Guía metodológica para la evaluación del riesgo por inundación en centros poblados*. <https://www.gestiondelriesgo.gov.co/>

UNGRD. (2017). *Guía metodológica para la gestión del riesgo por inundación*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co>

Vargas Cuervo, R. (2001). Geomorfología y Amenazas Geológicas del Municipio de Neiva. *Ingeniería y Región*, (1), 33–39. [file:///C:/Users/Yency/Downloads/Dialnet-Geomorfologia_Amenazas GeologicasDelMunicipioDeNeiv-5432219.pdf](file:///C:/Users/Yency/Downloads/Dialnet-Geomorfologia_Amenazas_GeologicasDelMunicipioDeNeiv-5432219.pdf)

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/Hi-5IaBFYP4>